

PERUBAHAN KAPASITAS DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL DAN NILAI PENURUNAN TANAH PADA TANAH GAMBUT YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR DAN *FLY ASH*

Rusliansyah¹⁾, Muhammad Afief Ma'ruf²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km 35,5 Banjarbaru, 70714

Email: rusliansyah@ulm.ac.id

²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani Km 35,5 Banjarbaru, 70714

Email: afief.maruf@ulm.ac.id

Abstract

Peat soil is a type of soft soil with low bearing capacity and high compressibility. Many efforts have been made to improve it. These efforts focus on improving the physical and mechanical characteristics of peat to increase bearing capacity and reduce its subsidence. One is stabilization method, which is by inserting a stabilizing material into peat soil to improve its physical properties and mechanical properties. From previous studies on a laboratory scale by considering the effect of water from peat soil around the stabilized area obtained optimum levels of mixture of stabilizing material for peat soils by 10% from the wet weight of peat soil.

Things that have not been taken into account in that study are still untested to be applied in the calculation of bearing capacity of shallow foundations for future field use applications, where the influence of water content from peat soil around the stabilized area will also have an effect.

The research was carried out by imitating the large shallow foundation that is commonly used in the community surrounding the land using laboratory methods of mechanical properties to obtain the characteristics of peat soil before and after stabilization. This parameter is then used as input data in calculating the bearing capacity of shallow foundations and the value of land subsidence. The result is for the value of bearing capacity after being mixed with stabilization material there is an increase. For initial peat soil the bearing capacity is 58,371 kPa, while after being mixed with stabilization material the bearing capacity increases to 654,606 kPa. While at the time of the consolidation test there was a decrease in the value of 68,57%. Where at the time after mixing with the stabilization material the value was 1,49 mm while the initial peat soil was 4,74 mm.

Keywords: Bearing Capacity, Consolidation, Peat

Abstrak

Tanah gambut adalah jenis tanah lunak dengan daya dukung yang rendah dan kemampumampatan yang tinggi. Berkaitan dengan rendahnya daya dukung serta kemampumampatan yang tinggi dari tanah gambut, maka usaha – usaha untuk memperbaikinya juga telah banyak dilakukan. Usaha – usaha tersebut berfokus pada perbaikan sifat fisik dan teknis gambut untuk meningkatkan daya dukung dan mengurangi kemampumampatannya. Salah satu metode perbaikan tanah gambut adalah metode stabilisasi, yaitu dengan cara memasukkan suatu bahan stabilisasi ke dalam tanah gambut untuk memperbaiki sifat fisik dan sifat teknisnya. Dari penelitian sebelumnya dalam skala laboratorium telah diperoleh prosentase bahan stabilisasi optimum 30% kapur dan 70% *fly ash*. Penelitian lanjutan dengan memperhatikan pengaruh air dari tanah gambut di sekitar luasan yang distabilisasi memperoleh kadar campuran bahan stabilisasi optimum untuk tanah gambut sebesar 10% dari berat basah tanah gambut.

Hal yang belum diperhitungkan pada penelitian tersebut yaitu masih belum dicoba untuk diaplikasikan pada perhitungan daya dukung pondasi dangkal untuk aplikasi pemakaian lahan di lapangan nantinya, dimana dimana pengaruh kadar air dari tanah gambut di sekitar luasan yang distabilisasi juga akan memberikan pengaruh.

Penelitian dilakukan dengan mengimitasi besar pondasi dangkal yang umum digunakan pada masyarakat sekitar lahan tersebut menggunakan metode pengujian sifat teknis yaitu dengan uji direct shear dan uji konsolidasi agar diperoleh nilai karakteristik tanah gambut sebelum dan sesudah distabilisasi. Parameter ini kemudian digunakan sebagai input data pada perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dangkal dan nilai penurunan tanah. Hasilnya adalah untuk nilai daya dukung setelah dicampur dengan bahan stabilisasi terjadi peningkatan. Untuk tanah tanah gambut inisial daya dukungnya sebesar 58,371 kPa, sedangkan setelah dicampur dengan bahan stabilisasi daya dukungnya meningkat menjadi 654,606 kPa. Sedangkan pada saat pengujian konsolidasi terjadi penurunan nilai kemampumampatannya sebesar 68,57%. Dimana pada saat setelah dicampur dengan bahan stabilisasi nilai kemampumampatannya sebesar 1,49 mm sementara nilai kemampumampatan tanah gambut inisial sebesar 4,74 mm.

Kata Kunci: Daya Dukung Tanah, Gambut, Konsolidasi

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah gambut yang ada di Indonesia memiliki luas sekitar 20,1 juta hektar (Sumaryono, 2008) atau sekitar 10,8% luas daratan Indonesia. Pada awalnya lahan

tanah gambut kurang mendapat perhatian untuk dimanfaatkan serta kurang menarik dari sisi ekonomis, namun seiring dengan meningkatnya kebutuhan lahan akibat pertambahan jumlah penduduk dan pembangunan membuat lahan gambut menjadi salah satu pilihan lahan

pembangunan. Beberapa proyek pemerintah untuk pemanfaatan lahan gambut sudah banyak direalisasikan, salah satunya adalah pembangunan ruas jalan baru di propinsi Kalimantan Tengah yang dibangun di atas tanah gambut.

Tanah gambut adalah jenis tanah lunak dengan daya dukung yang rendah dan kemampumampatan yang tinggi. Tanah gambut memiliki tekstur terbuka dimana selain pori-pori makro, tekstur tanah gambut juga didominasi oleh pori-pori mikro yang berada di dalam serat-serat gambut. Dengan sistem pori ganda dan tingkat homogenitas yang tidak merata tersebut, serta berat isi tanah yang mendekati berat isi air, maka masalah pemampatan (*compressibility*) yang besar bisa mengakibatkan penurunan (*settlement*) yang besar juga. Selain itu karena tanah gambut ini sangat lembek pada umumnya mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang rendah, bahkan menurut penelitian Jelisic, Leppanen (1993) bahwa daya dukung tanah gambut lebih rendah dari pada tanah *soft clay* sehingga bisa mengakibatkan kelongsoran/keruntuhan (*bearing capacity failure*); hal ini menjadi masalah utama bagi struktur yang akan dibangun di atasnya.

Berkaitan dengan rendahnya daya dukung serta kemampumampatan yang tinggi dari tanah gambut, maka usaha – usaha untuk memperbaikinya juga telah banyak dilakukan. Usaha – usaha tersebut berfokus pada perbaikan sifat fisik dan teknis gambut untuk meningkatkan daya dukung dan mengurangi kemampumampatannya.

Salah satu metode perbaikan tanah gambut adalah metode stabilisasi, yaitu dengan cara memasukkan suatu bahan stabilisasi ke dalam tanah gambut untuk memperbaiki sifat fisik dan sifat teknisnya. Metode ini relatif lebih ramah lingkungan dibandingkan metode *disposal*, *preloading* ataupun cerucuk dan *sand column*. Hal ini karena metode stabilisasi tidak memerlukan areal tambahan untuk membuang gambut, serta tidak mengganggu keseimbangan ekosistem hutan dan quarry seperti yang terjadi pada metode *preloading*, cerucuk ataupun *sand column*.

Bahan stabilisasi yang umum digunakan adalah bahan semen serta kapur; untuk gambut, telah dikembangkan bahan stabilisasi kapur yang dikombinasikan dengan bahan pozzolan sebagai sumber silika yaitu abu sekam dan *fly ash*. Kombinasi ini diperlukan karena kapur tidak memiliki kandungan silika sebagai bahan pengikat dengan tanah gambut. Untuk mengatasi hal tersebut maka selain kapur diperlukan bahan lain untuk campuran bahan stabilisasi tanah gambut, yang dalam hal ini adalah bahan pozzolan yang mengandung silika. Dari penelitian sebelumnya dalam skala laboratorium telah diperoleh prosentase bahan stabilisasi optimum 30% kapur dan 70% *fly ash* (Mochtar, N.E., dkk 2009). Penelitian lanjutan dengan memperhatikan pengaruh air dari tanah gambut di sekitar luasan yang distabilisasi memperoleh kadar campuran bahan stabilisasi optimum untuk tanah gambut sebesar 10% dari berat basah tanah gambut (Ma'ruf, M.A., dkk 2016).

Hal yang belum perhitungkan pada penelitian tersebut yaitu masih belum dicoba untuk diaplikasikan pada perhitungan daya dukung pondasi dangkal untuk

aplikasi pemakaian lahan di lapangan nantinya, dimana dimana pengaruh kadar air dari tanah gambut di sekitar luasan yang distabilisasi juga akan memberikan pengaruh. Karenanya diperlukan penelitian lanjutan dengan mengimitasi besar pondasi dangkal yang umum digunakan pada masyarakat sekitar lahan tersebut.

Terkait dengan adanya hal di atas, maka diperlukan penelitian lanjutan menggunakan metode pengujian sifat teknis yaitu dengan uji direct shear dan uji konsolidasi agar diperoleh nilai karakteristik tanah gambut sebelum dan sesudah distabilisasi. Parameter ini kemudian digunakan sebagai input data pada perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dangkal dan nilai penurunan tanah. Diharapkan dari hasil penelitian kali ini dapat diperoleh besaran perubahan kapasitas daya dukung pondasi dangkal dan nilai penurunan tanah.

METODOLOGI PENELITIAN

Ada beberapa tahapan penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium.

1. Pengujian tanah gambut kondisi awal
2. Pengujian sifat teknis tanah gambut sebelum dan setelah distabilisasi
3. Menentukan nilai kohesi, sudut geser dalam, dan besaran konsolidasi semua kondisi
4. Menghitung besar penurunan konsolidasi yang terjadi
5. Menghitung nilai daya dukung tanah untuk semua kondisi dengan model pondasi dangkal ukuran 1 x1 m.
6. Analisa dan kesimpulan

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Pengujian Tanah Gambut Kondisi Awal Penelitian Kadar Organik dan Kadar Abu

Tabel 1. Perhitungan kadar abu dan organik

No. Container		1	2	3	\bar{X}
1. $W_{cont} + W_{soil}$ (dijoven 24 jam)	gr	45.9	62.3	62.7	57.0
2. $W_{cont} + W_{soil}$ (difurnace 800°) abu	gr	43.6	60.2	60.5	54.8
3. $W_{cont} + W_{soil}$ (difurnace 800°) organik	gr	44.1	60.7	61.1	55.3
4. W_{cont}	gr	43.4	60.0	60.4	54.6
5. Kadar Abu (A_c)	%	20	20	10	16.7
6. Kadar Organik (O_c)	%	30	30	30	30

Sumber: Data Sekunder

Dari tabel diatas diketahui bahwa tanah tersebut merupakan tanah gambut, karena kandungan bahan organik (O_c) dan kandungan abu (A_c) sampel memenuhi persyaratan USSR (Mankinen dan Gelfer 1982) seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Sistem klasifikasi tanah gambut dan tanah organik

System	OSRC (Andrejko et al. 1983)	Jarrett (Andrejko et al. 1983)	Davis (1946)	USSR (Mankinen & Geller 1982)	LGS (Kearns & Davidson 1983)	ASTM D4427-92 (1997)
5	Low Ash					
10	Medium Ash					
15		PEAT	PEAT		PEAT (Inorganic Texture)	PEAT
20	High Ash					
25				PEAT		
30						
35					PEATY MUCK (Inorganic Texture)	
40	Low Ash	PEATY				
45						
50						
55						
60						
65						
70						
75						
80						
85						
90						
95						
100						

Sumber: E.C. Leong & C.Y. Chin (1999)

Pengujian sifat teknis tanah gambut sebelum dan setelah distabilisasi

Tabel 3. Sifat teknis tanah gambut sebelum distabilisasi

No.	Parameter	Satuan	Hasil uji
1.	Kuat geser	kg/cm ²	0,086
2.	Konsolidasi	Mm	4,74

Sumber: Data Primer

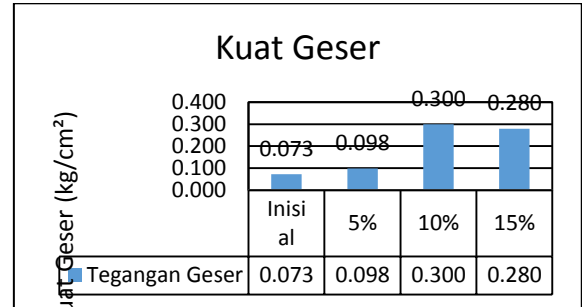
Tabel 4. Sifat teknis tanah gambut setelah distabilisasi

No.	Parameter	Satuan	inisial	5%	10%	15%
1.	Kuat geser	kg/cm ²	0,073	0,098	0,300	0,280
2.	Konsolidasi	mm	4,74	3,95	1,49	2,19

Sumber: Data Primer

1. Kuat Geser

Parameter kuat geser tanah gambut terkait erat dengan kondisi serat gambut dan parameter berat volume tanah. Hal ini dikarenakan tanah gambut termasuk dalam *frictional material* / *non kohesive material* (Adams, 1965) dimana kuat gesernya tergantung dari lekatan antar butiran padat (serat) tanah gambut. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai kuat geser masing-masing sampel berbeda, hal ini dikarenakan variasi persentase bahan stabilisasi yang digunakan. Untuk hasil nilai kuat geser yang paling optimum terjadi pada sampel tanah gambut yang dicampur dengan 10% bahan stabilisasi. Hal ini tentu berbanding lurus dengan hasil yang diperoleh pada saat pengujian berat volume. Dimana pada pengujian berat volume campuran 10% bahan stabilisasi adalah yang paling optimum. Hal ini terjadi karena jumlah persentase yang tepat untuk meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan gaya horizontal. Pada persentase 10% kemungkinan terjadi reaksi sementasi yang optimum. Pada reaksi tersebut bahan stabilisasi mengikat serat tanah gambut dan membungkusnya. Sehingga mampu menambah kekuatan tanah dalam menahan gaya horizontal.

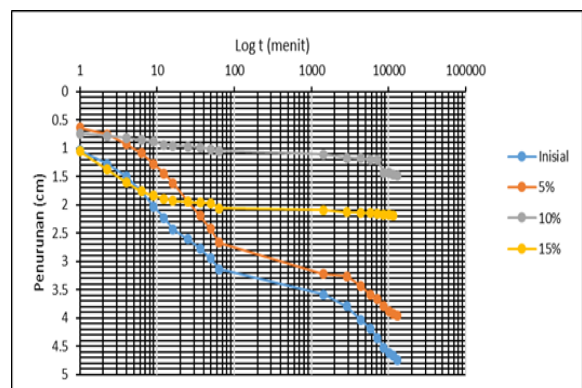


Gambar 1. Grafik kuat geser vs persentase bahan stabilisasi

Sumber: Data Primer

2. Konsolidasi

Dari hasil pengujian konsolidasi didapat angka penurunan yang terjadi bervariasi seiring dengan variasi persentase bahan stabilisasi yang digunakan. Hal ini tentu akan mempengaruhi kemampuan tanah untuk menahan gaya vertikal, sehingga terjadi variasi pemampatan. Berdasarkan hasil dari pengujian diperoleh bahwa pada sampel tanah gambut yang dicampur dengan 10% bahan stabilisasi merupakan yang paling optimum. Tetapi hasil ini tidak sesuai dengan pengujian yang lainnya dimana pada pengujian Gs dan kadar air campuran 15% yang paling optimum. Sedangkan pada pengujian berat volume dan angka pori campuran 5% yang paling optimum. Dalam pengujian sifat fisik mungkin campuran 5% dan 15% yang paling optimum, tetapi pada konsolidasi dapat diketahui bahwa kadar persentase campuran bahan stabilisasi 10% lebih tepat untuk dapat menjadi material penguat tanah untuk menahan gaya vertikal. Pada persentase 10% kemungkinan terjadi reaksi yang optimum antara bahan stabilisasi dan sampel tanah gambut. Reaksi yang mungkin terjadi, yaitu sementasi dimana bahan stabilisasi mengikat serat tanah gambut dan membungkusnya. Sehingga rongga-rongga yang terdapat pada sampel tanah berkurang. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai penurunan konsolidasi yang lebih kecil daripada yang lain.



Gambar 2. Grafik penurunan dengan variasi persentase bahan stabilisasi vs log t pada uji konsolidasi

Sumber: Data Primer

Dari hasil pengujian sifat teknis tanah yaitu campuran 10%. Pada kuat geser terjadi peningkatan dimana awalnya sebesar 0,073 kg/cm² menjadi 0,300 kg/cm² dan terjadinya penurunan konsolidasi sebesar 68,57% dari tanah gambut

inisial. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada persentase bahan campuran 10% tersebut sebagian besar materialnya mampu bereaksi dengan sampel tanah gambut sehingga terjadi proses sementasi yang menyebabkan peningkatan kekuatan tanah dalam menahan gaya vertikal dan horizontal yang terjadi. Proses sementasi yaitu suatu proses dimana perekatan oleh material lain, dimana pada penelitian ini kemungkinan serat-serat tanah gambut direkatkan oleh material fly ash yang terdapat dalam bahan stabilisasi.

Air gambut yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH 1-2 (Asam). Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Roitoman Sihombing, 2012 bahwa pH air gambut akan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena penambahan kapur tohor. Pada penelitian ini salah satu bahan stabilisasi yang digunakan yaitu kapur tohor. Jadi, pada saat melakukan permodelan seperti di lapangan air gambut yang awalnya memiliki pH asam ada kemungkinan pH airnya mengalami peningkatan karena pada campuran terdapat kapur tohor. Sehingga air tersebut ada kemungkinan malah membantu proses sementasi yang terjadi.

Pengaplikasian Data Hasil Penelitian

Dari data yang diperoleh pada pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat dapat kita aplikasikan dalam perhitungan-perhitungan untuk mengetahui dampak dari proses stabilisasi tanah gambut. Pada perhitungan ini kita akan membandingkan hasil dari campuran tanah gambut dan 10% bahan stabilisasi dengan tanah gambut inisial. Diambil 10% karena dari segi sifat teknisnya lebih bagus daripada yang lainnya. Perhitungan yang akan dilakukan meliputi daya dukung tanah dan daya dukung tiang. Hal ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan tanah sebelum dilaksanakan pembangunan di atas tanah gambut tersebut.

Daya Dukung Tanah

Untuk perhitungan daya dukung digunakan rumus Terzaghi.

$$q_u = C.N_c + q.N_q + \frac{1}{2}.B.\gamma_t.N_\gamma$$

Dimana:

- q_u = daya dukung ultimate (kPa)
 C = kohesi (kPa)
 D = kedalaman (m)
 γ_t = berat volume tanah (kN/m³)
 B = lebar pondasi (m)
 N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung
 (berdasarkan nilai sudut geser dalam)

Tabel 5. Data perhitungan daya dukung tanah

Parameter	Tanah gambut inisial	Tanah gambut distabilisasi	Satuan
Kohesi (C)	0,018	0,064	-
Berat volume tanah (γ_t)	10,29	12,06	kN/m ³
Lebar pondasi (B)	1	1	m
Kedalaman (D)	1	1	m

Sudut geser dalam (Φ)	14,0848	31,9765	°
N_c	12,9	52,6	-
N_q	4,4	36,5	-
N_γ	2,5	35	-

Sumber: Data Primer

a. Daya dukung tanah gambut inisial

$$\begin{aligned} q_u &= C.N_c + \gamma_t.D.N_q + \frac{1}{2}.B.\gamma_t.N_\gamma \\ &= (0,018 \times 12,9) + (10,29 \times 1 \times 4,4) + \left(\frac{1}{2}\right) \\ &\quad \times 1 \times 10,29 \times 2,5 \\ &= 58,371 \text{ kPa} \end{aligned}$$

b. Daya dukung tanah gambut yang telah distabilisasi dengan bahan stabilisasi 10%

$$\begin{aligned} q_u &= C.N_c + \gamma_t.D.N_q + \frac{1}{2}.B.\gamma_t.N_\gamma \\ &= (0,064 \times 52,6) + (12,06 \times 1 \times 36,5) + \left(\frac{1}{2}\right) \\ &\quad \times 1 \times 12,06 \times 35 \\ &= 654,606 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_u (\text{inisial}) &< q_u (\text{stabilisasi}) \\ 58,371 \text{ kPa} &< 654,606 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tanah naik setelah proses stabilisasi. Hal ini dibuktikan dengan nilai q_u stabilisasi lebih besar daripada q_u inisial.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pada pengujian sifat teknis, didapat bahwa persentase bahan stabilisasi 10% yang paling baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan data-data hasil perhitungan. Untuk kuat geser (τ) terjadi peningkatan sebesar 310,94%. Dimana pada saat setelah dicampur dengan bahan stabilisasi nilai kuat gesernya diperoleh sebesar 0,300 kg/cm² sementara nilai kuat geser tanah gambut inisial sebesar 0,073 kg/cm². Sedangkan pada saat pengujian konsolidasi terjadi penurunan nilai kemampumampatannya sebesar 68,57%. Dimana pada saat setelah dicampur dengan bahan stabilisasi nilai kemampumampatan tanah gambut inisial sebesar 4,74 mm.
2. Untuk nilai daya dukung setelah dicampur dengan bahan stabilisasi terjadi peningkatan. Untuk tanah gambut inisial daya dukungnya sebesar 58,371 kPa, sedangkan setelah dicampur dengan bahan stabilisasi daya dukungnya meningkat menjadi 654,606 kPa.
3. Pada saat pencampuran tanah gambut dengan bahan stabilisasi terjadi proses sementasi yang dibantu juga

oleh adanya air gambut yang kemungkinan mengalami kenaikan pH diakibatkan adanya bahan kapur tohor pada campuran. Sehingga menyebabkan peningkatan kekuatan tanah.

Saran

Dalam melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah gambut dengan menggunakan bahan stabilisasi berupa kapur dan *fly ash*, maka ada beberapa saran yang dapat kami berikan antara lain sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian pada kapur dan *fly ash* untuk mengetahui reaksi yang terjadi serta pengaruhnya terhadap unsur-unsur penyusun tanah gambut.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang kandungan kimia yang terdapat pada air gambut.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat yang telah mendanai penelitian ini, serta kepada saudara Adhitya Dwiki Darma Putra (H1A111053) yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, J.I. (1961). "Laboratory Compression Tests on Peat". Proc. Seventh Muskeg Res. Conf., NRC, ACSSM Tech. Memo. 71, pp.36-54.
- Adams, J.I. (1965). "The Engineering Behaviour of a canadian Muskeg". Proc. Sixth International Conference On Soil Mechanics and Foundation Engineering. Vol.1, pp 3-7.
- Akroyd, T.N.W. (1957). "Laboratory Testing in Soil Engineering". Soil Mechanics Limited, London, 233pp.
- Anderson, K.O. and R.A. Hemstock (1959). "Relating Some Engineering Properties of Muskeg to Some Problems of Field Construction". Proc. Fifth Muskeg Res. Conf., NRC, ACSSM Tech. Memo. 61, pp.16-25.
- Andriesse, J.P. (1994). "Constraints and opportunities for alternative use options of tropical peat land". In B.Y. Aminuddin (Ed.). Tropical Peat; Proceedings of International Symposium on Tropical Peatland, Kuching, Sarawak, Malaysia.
- ASTM Annual Book (1992). "Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing (D4427-92)". ASTM, Section 4, Volume 04.08 Soil and Rock, Philadelphia.
- Bain v Bowles. (1991). IRLR 356 (CA).
- BB Litbang SDLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian) (2008). "Laporan Tahunan 2008, Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim pada Sektor Pertanian". Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Bogor.
- Boelter, D.H. (1968), "Important Physical Properties of Peat Materials". Proc. Of The Third International Peat Congress, Quebec, Canada.
- Brooks, R.M. (2009). Soil stabilization with fly ash and rice husk ash. International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences, 1(3), PP.209-2017.
- Colley, B.E. (1950). "Construction of Highways Over Peat and Muck Areas". Am. Highways, Vol. 29, No. 1.
- Cook, P.M. (1956). "Consolidation Characteristics of Organic Soils". Proc., Ninth Can. Soil Mech. Conf., NRC. ACSSM Tech. Memo. 41. Pp 82-87.
- Departemen Pekerjaan Umum, (2005). "Stabilisasi dangkal tanah lunak untuk konstruksi timbunan jalan (dengan semen dan cerucuk)". Pusat Litbang Prasana Transportasi: Jakarta.
- Dhowian, A.W and T.B. Edil (1980). "Consolidation Behaviour of Peat". Geotechnical Testing Journal, Vol.3. No. 3. pp 105-144.
- Duraisamy. Y., Huat. Bujang. B. K., Aziz. Azlan A., (2007). "Compressibility Behavior of Tropical Peat Soil Reinforced with Cement Column" American journal of Applied Sciences 4 (10): 786-791, ISSN 1546-9239.
- Edil, T. & Dhowian, A.W.(1981). "At-Rest Lateral Pressure of Peat Soils". ASCE, vol.107: 201-217.
- Handayani, I.P. (2003). "Studi Pemanfaatan Gambut Asal Sumatra". Lokakarya Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan-Wetlands International- Indonesia Progame.
- Hanrahan, E.T. (1954). "An Investigation of Some Physical Properties of Peat". Geotechnique, Vol.4, No 3.
- Hanrahan, E.T. (1964). "A Road Failure on Peat". Geotechnique-September.
- Hasyim, R. S., Islam (2008). "Engineering Properties of Peat Soil in Peninsular, Malaysia. journal of Applied Sciences ISSN 1812-5654.
- Hellis, C.F. and C.O. Brawner (1961). "The Compressibility of Peat with Reference to Major Highway Construction in British Columbia. Proc. Seventh Muskeg Res. Conf, NRC. ACSSM. Tech, Memo 71, pp 204-227.
- Hendry (1998). "Perbaikan Tanah Gambut Pulau Padang Dengan Campuran Semen-Renolith Dalam Kaitannya Sebagai Lapisan Dasar Konstruksi Jalan". Master Thesis JBPTITBPP/2007-03-06. ITB Central Library.
- Huat, Bujang B.K. (2004) dalam Yulindasari (2006). Malaysia
- Jamil, dkk (1989). Indonesia.
- Kearns, F.L., Autin, W.J., and Gerdes, R.G. (1982). "Geological Society of American Abstracts with Programs". N.E. and S.E Sections, Vol. 14, No.1 and 2.
- Luttig (1986). "Aspects of Water Retention and Dewatering in Peat". Charles H. Fuchsmann (Publishers) London and New York.
- Landva, A.O. and La Rochelle, P. (1982). "Compressibility and shear characteristics of

- Radforth peat. ASTM STP 820". Testing of Peats and Organic Soil, P. Jarret, ed.
- Mankinen, G.W. and Gelfer, B. (1982). "Compressive Use Peat in The USSR". DOE 5th Technical Conference of Peat.
- MacFarlane, I.C. (1959). "Muskeg Engineering Handbook". National Research Council of Canada, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- MacFarlane, I.C. dan Radforth, N.W. (1965). "A Study of Physical Behaviour of Peat Derivatives Under Compression. Proceeding of The Tenth Muskeg Research Conference. National Research Council of Canada, Technical Memorandum No 85.
- Mochtar, Noor E. (1985). "Compression of peat soils." Ph.D. Thesis Univ. of Wisconsin-Madison, USA.
- Mochtar, Noor E. dan Mochtar, Indrasurya B. (1991). "Studi Tentang Sifat Fisik dan Sifat Teknis Tanah Gambut Banjarmasin dan Palangkaraya Serta Alternatif Cara Penanganannya untuk Konstruksi Jalan". Dipublikasi sebagai hasil penelitian BBI dengan dana dari DIKTI Jakarta.
- Mochtar, N.E. et al. (1999), "Aplikasi Model Gibson & Lo untuk Tanah Gambut Berserat di Indonesia", Jurnal Teknik Sipil, ITB, Vol. 6 N0. 1.
- Pasaribu, A.S. (1998). "Konstruksi Jalan di Tanah Gambut". Prosiding Seminar Nasional Gambut III. Pontianak, Kalimantan Barat.
- Skempton, A, W (1970), "The Consolidation of clays by Gravitational Compaction", Quarterley Journal of Engineering Geology, 373-411.
- Van De Meene (1984), "Geological Aspects of Peat Formation in The Indonesian- Malyasin Lowlands", Bulletin Geological Research and Development Centre, 9, 20-31.
- Von Post, L. (1992). "Sveriges Geologiska Undersoknings Torvinventering Och Nagre av Dess Hittills Vunna Resultat". Sv. Mosskulturfor. Tidskr. 1:1-27.